

MULTI-CAST COMMUNICATIONS SYSTEM

Patent number: JP11225159
Publication date: 1999-08-17
Inventor: OGINO OSAO
Applicant: ATR KANKYO TEKIO TSUSHIN KENKYUSHO:KK
Classification:
- **international:** H04L12/56; H04L12/18
- **european:**
Application number: JP19980023085 19980204
Priority number(s):

Abstract of JP11225159

PROBLEM TO BE SOLVED: To dynamically select a least cost route by selecting a route according to a cost corrected based on a link-shared effect and the effect of a link band.

SOLUTION: Each node stores connection information with its adjacent node in a network information memory 15 and stores a least route cost D_j , the number of hopping H_j , an input link information L_j and a link cost d_j , which are calculated by an objective processing node, and the parameters of D_j and H_j to be received from the adjacent node in a link cost parameter memory 14. A controller 10 periodically executes least cost routing retrieval based on these information and parameters to update input link information to store in a routing memory 13. When a new reception node is generated, a route from a transmission node is selected and routing information is updated based on input link information in the memory 13. The link cost d_j is given the correction of a cost by a prescribed weight coefficient such as shared effect according to the state of a stream.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Patent Abstracts of Japan

(19)日本国特許庁(J P)

(12)特 許 公 報 (B 1)

(11)特許番号

第2933905号

(45)発行日 平成11年(1999) 8月16日

(24)登録日 平成11年(1999) 5月28日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 4 L 12/56
12/18

H 0 4 L 11/20
11/18

1 0 2 D

請求項の数1(全 10 頁)

(21)出願番号 特願平10-23085

(22)出願日 平成10年(1998) 2月4日

審査請求日 平成10年(1998) 2月4日

特許法第30条第1項適用申請有り 1997年9月3日早稲田大学において開催された社団法人電子情報通信学会通信ソサイエティ大会、1997年9月29日東北大学において開催された社団法人電子情報通信学会通信ネットワーク研究会において発表。

(73)特許権者 396011680

株式会社エイ・ティ・アール環境適応通信研究所
京都府相楽郡精華町大字乾谷小字三平谷5番地

(72)発明者 萩野 長生

京都府相楽郡精華町大字乾谷小字三平谷5番地 株式会社エイ・ティ・アール環境適応通信研究所内

(74)代理人 弁理士 青山 葆 (外2名)

審査官 稲葉 和生

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 マルチキャスト通信システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 送信側で1つのマルチメディア情報を階層符号化方法を用いて複数のストリームに分割して送信し、受信側ではネットワーク内の情報フィルタリング機能を使って、必要な数だけのストリームを受信するマルチキャスト通信システムにおいて、
経路選択を行う処理対象ノードは、
経路選択直後及び将来のリンク共用の効果と将来利用可能なリンク帯域の効果とに基づいて、既存のネットワークに含まれるリンクのコストを補正した後、補正されたリンクコストに基づいて、送信ノードと受信ノードとの間の最小コストを有する経路を選択するように経路選択する手段を備え、
上記リンクコストの補正は、処理対象ノードで受信要求される受信要求ストリームと、上記処理対象ノードに接

続される各リンクの収容ストリームとに応じて異なることを特徴とするマルチキャスト通信システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、送信側で1つのマルチメディア情報を階層符号化方法を用いて複数のストリームに分割して送信し、受信側ではネットワーク内の情報フィルタリング機能を使って、必要な数だけのストリームを受信するマルチキャスト通信システムに関する。

【0002】

【従来の技術】端末性能や端末上でのアプリケーション実行形態の多様化に伴い、それぞれの情報受信環境に適応した品質で情報受信を行える通信システムの実現が重要である。これを実現する1つの方法として、送信側で

1つのマルチメディア情報を階層符号化等を用いて複数のストリームに分割して送信し、受信側では、ネットワーク内の情報フィルタリング機能を使って、必要な数だけのストリームを受信する方法（以下、第1の従来例という。）が提案されている（例えば、従来技術文献1

「Internet Draft, "Resource ReSerVation Protocol (R AVP)-Version 1 functional specifications", draft-ietf-rsvp-spec-13, 1996年」参照。）。

【0003】また、例えば、従来技術文献2「B. M. Waxman, "Routing of multi point connections", IEEE JSA C, Vol. 6, No. 9, 1988年」においては、情報受信者が動的に変化するようなマルチキャスト通信システムにおいて、経路の再配置を行うことなく、経路コストを低く抑えられるような経路選択方式（以下、第2の従来例という。）を提案している。この方式は、経路選択直後のリンク共用の効果を考慮して、既存のマルチキャストツリーに含まれるリンクのコストを補正した後、新たに加わった情報受信者と情報源との間の最小コスト経路を選択するものである。

【0004】さらに、例えば、従来技術文献3「N. Shacham, "Multi point communication by hierarchically encoded data", IEEE Infocom'92, 9A-4, 1992年」においては、情報受信者が自分の情報受信環境に応じて受信情報品質を調節できるような、複数情報ストリームから成るマルチキャスト通信システムにおいて、情報源と各情報受信者の間の空き帯域が最も大きくなるように経路を選択する方式（以下、第3の従来例という。）を提案している。この方式は、情報受信者が動的に変化するようなマルチキャスト通信において、経路の再配置を行わない場合にも応用できるという利点を有している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、第1の従来例の通信システムにおいて、マルチキャスト通信方法は開示されていない。また、第2の従来例においては、単一情報ストリームから成るマルチキャスト通信のみを対象としており、情報受信者が自分の情報受信環境に応じて受信情報品質を調節できるような、複数情報ストリームから成るマルチキャスト通信を取り扱うことができない。さらに、第3の従来例においては、情報受信者が受信途中で受信情報の高品質化を要求してもそれに対処できるが、選択される経路はコストが高いものになるという問題点があった。

【0006】本発明の目的は以上の問題点を解決し、送信側で1つのマルチメディア情報を階層符号化方法を用いて複数のストリームに分割して送信し、受信側ではネットワーク内の情報フィルタリング機能を使って、必要な数だけのストリームを受信するマルチキャスト通信システムにおいて、安価な経路を動的に選択することができるマルチキャスト通信システムを提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明に係るマルチキャスト通信システムは、送信側で1つのマルチメディア情報を階層符号化方法を用いて複数のストリームに分割して送信し、受信側ではネットワーク内の情報フィルタリング機能を使って、必要な数だけのストリームを受信するマルチキャスト通信システムにおいて、経路選択を行う処理対象ノードは、経路選択直後及び将来のリンク共用の効果と将来利用可能なリンク帯域の効果とに基づいて、既存のネットワークに含まれるリンクのコストを補正した後、補正されたリンクコストに基づいて、送信ノードと受信ノードとの間の最小コストを有する経路を選択するように経路選択する手段を備え、上記リンクコストの補正は、処理対象ノードで受信要求される受信要求ストリームと、上記処理対象ノードに接続される各リンクの収容ストリームとに応じて異なることを特徴とする。

【0008】

【0009】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明に係る実施形態について説明する。

【0010】＜実施形態の概要＞本発明に係る実施形態のマルチキャスト通信システムは、情報受信者のノード位置が動的に変化しても既存の経路の再配置は行わず、しかも情報受信者が自分の情報受信環境に応じて受信情報品質を調節でき、送信側で1つのマルチメディア情報を階層符号化方法を用いて複数のストリームに分割して送信し、受信側ではネットワーク内の情報フィルタリング機能を使って、必要な数だけのストリームを受信するマルチキャスト通信システムにおいて、経路選択直後及び将来のリンク共用の効果と将来利用可能なリンク帯域の効果を考慮して、既存のマルチキャストツリーに含まれるリンクのコストを補正した後、送信ノードと受信ノードとの間の最小コスト経路を選択することにより、新たに加わった情報受信者と情報源との間の最小コスト経路を選択することを特徴としている。

【0011】本実施形態では、情報フィルタリング機能を持ったネットワークにおけるマルチキャスト通信システムのためのルーティング方法を開示し、例えば、マルチメディアオンデマンドやコミュニティ型通信サービスにおいては、動的に受信者が追加・削除されるので、動的マルチキャストルーティング方法を用いてルーティングを行う。

【0012】例えば、既存の経路の再配置を行わない動的マルチキャストルーティング方法の1つとして、ウェイトッド・グリーディ・アルゴリズム (Weighted Greedy Algorithm (WGA)) が従来技術文献2において提案されている。このアルゴリズムは、受信端末を追加する際に、複数受信端末によるリンク共用の効果を考慮して、その時点でマルチキャスト

ツリーを形成しているリンクのコストを実際より小さく見積もって、受信端末と送信端末間の最小コスト経路を求めるものである。本実施形態では、このWGAのマルチストリームルーティングへの拡張を図ったマルチキャスト通信システムについて説明する。

【0013】<動的マルチキャストルーティング方法の概要>第2の従来例と同様に、マルチストリームの場合もリンク共用によるリンクコストの節約が期待できる。すなわち例えば追加受信端末がストリームAを要求している場合、既にストリームAを通してリンクにおけるストリームAに対するコストは実際よりも低く見積もるべきである。この時、リンクコストを補正するために実際のコストに掛ける重み係数をW1で表わす。

【0014】マルチストリームの場合には、重み係数W1以外に、もう1種類の重み値が新たに必要になる。すなわちストリームAを要求している追加受信端末が、将来ストリームBも要求する可能性がある。従って、既にストリームBを通してリンクにおいては、将来ストリームBに対するコストが節約される可能性がある。またストリームBを通してリンクにおいては、ストリームBのための帯域が既に確保されているので、このようなリンクを使用することにより、将来のストリームBの接続要求が棄却される確率が低くなる。以上の理由から、既にストリームBを通してリンクにおいては、ストリームBのコストに重み値W2を掛けた値を実際のコストから差し引くことにする。図6に、ストリーム1、2、3のコストがC1、C2、C3であるリンクにおけるリンクコストの補正方法を示す。

【0015】<適用するネットワーク>図4は、本実施形態による経路選択方式が対象とするネットワークの一例である。本実施形態による経路選択方式が対象とするネットワークでは、物理的に比較的近い任意の2つのノードがリンクによって接続されている。図4では、3種類のストリームが存在する場合の送信ノードと受信ノード間のマルチキャストツリーの例と、その時の各リンクの収容ストリームに基づく状態をアルファベットA、B、Cで示している。

【0016】本実施形態においては、マルチキャストされる情報は、幾つかの階層に分けて符号化され、送信ノードから受信ノードへ転送される。ここでは、1つの階層に対応する符号化された情報の流れをストリームと呼ぶ。例えば、マルチキャストされる情報が3階層に符号化される場合には、ストリーム1、ストリーム2、ストリーム3が、ネットワーク上で転送される。そして高品質で情報を受信したい受信ノードは、ストリーム1、ストリーム2、ストリーム3を受信するが、中品質で情報を受信したい受信ノードは、ストリーム1とストリーム2のみを受信し、さらに情報の受信品質が低品質で良い場合には、ストリーム1のみを受信する。すなわち、各受信ノードは、ネットワーク内の情報フィルタリング機

能を用いて、要求する受信品質に応じて、受信要求ストリーム数を変化させる。また、ネットワークリソースの有効利用を図るため、ネットワーク内の各中継ノードは、各出リンクに対して、受信したストリームのうち必要なストリームのみを送出する。

【0017】ネットワーク中の各ノードは、送信ノードからの情報をどの入リンクを使って受信すべきかという入リンク情報を保持している。入リンク情報は、受信するストリーム数によって変化する可能性があるため、各ノードは、受信要求ストリーム数ごとに入リンク情報を保持している。各ノードは、図3に示すリンクコスト計算処理を周期的に実行することにより、常に入リンク情報を最新のものに更新する。

【0018】<経路選択方式>本実施形態による経路選択方式の前提として、送信ノードはすべての隣接ノードへ周期的にメッセージを送信する。これらのメッセージは、各ノードで図3に示す処理を受けながら、処理結果に応じて次々に隣接ノードへ受け渡されていく。各ノードが図3に示された処理を行うことにより、最大許容ホップ数の制約を満足する、送信ノードから各ノードへの最小コスト経路について、そのコスト情報Djや入リンク情報Lj、送信ノードからのホップ数情報Hj等が、周期的に更新される。そして受信要求ノードが新たに発生した場合、その時点での各ノードにおける入リンク情報に基づいて、新たに発生した受信要求ノードから送信ノードへ向かって、最小コスト経路の選択が行われる。なお、図3に示した最小コスト経路探索処理では、送信ノードから受信ノードへの経路が常にツリー形を保つように、一度、中継ノードあるいは受信ノードとして、マルチキャストツリーに含まれると、そのノードの入リンク情報は、マルチキャストツリーにおける1つ上流のノード方向へ固定される。

【0019】図5は、図4の対象処理ノードと隣接ノードとの間の情報伝送を示すブロック図である。図5において、対象処理ノードには、複数n個の隣接ノードが接続され、対象処理ノードで計算されるパラメータDj、Hj、Lj、dji及び各隣接ノードから送信されて受信されるパラメータDji、Hjiは以下の通りである。

- (a) Dj : 受信要求ストリーム数がjのときの、送信ノードからの最小経路コスト。
- (b) Hj : 受信要求ストリーム数がjのときの、最小コスト経路の送信ノードからのホップ数。
- (c) Lj : 受信要求ストリーム数がjのときの、最小コスト経路の入リンク情報 (すなわち、どの隣接ノードに接続されるリンクかを示す。)
- (d) dji (i=1, 2, ..., n) : 受信要求ストリーム数がjのときの、隣接ノードiに接続されたリンクの補正されたリンクコスト。
- (e) Dji (i=1 ~ n) : 隣接ノードiにおいて、受信要求ストリーム数がjのときの、送信ノードからの最小経路コスト。
- (f) Hji (i=1 ~ n) : 隣接ノードiにおいて、受信要

求ストリーム数が j のときの、最小コスト経路の送信ノードからのホップ数。

【0020】本実施形態においては、例えば、図4のネットワークの各ノードにおいて、そのノードと隣接ノードとの接続情報（リンク情報）が図1のネットワーク情報メモリ15に格納され、対象処理ノードで計算されるパラメータ D_j , H_j , L_j , d_{ji} 及び各隣接ノードから送信されて受信されるパラメータ D_{ji} , H_{ji} は、図1のリンクコストパラメータメモリ14に格納される。そして、図1のコントローラ10は、これらのメモリ14, 15において格納されたパラメータに基づいて図3の最小コスト経路探索処理を所定の周期で周期的に実行することにより、入リンク情報を更新してルーチングメモリ13に格納する。

【0021】新たな受信ノードが発生した場合は、ルーチングメモリ13に格納されている受信要求ストリーム数に応じたそのときの入リンク情報を、その受信ノードから送信ノードへ向かって辿って行くことにより、送信ノードからその受信ノードへの経路を選択する。入リンク情報を辿って行く際に、各中継ノード及び送信ノードは、どの出リンクにどのストリームを送出するかというルーチング情報を更新し、ルーチングメモリ13に格納する。以後、送信ノード及び各中継ノードは、図2のルーチング処理を、メモリ13内の更新されたルーチング情報を用いて実行することにより、受信されるパケットを経路選択して送信する。これにより、選択された経路を通して、送信ノードから新たな受信ノードへ要求ストリームが転送される。

【0022】本実施形態による経路選択方式では、図3に示した最小コスト経路探索処理において経路コストを計算する際のリンクコスト d_j として、図6のように補正されたリンクコストを使用する。図6のリンクコスト補正表は、3種類のストリームが存在する場合を示している。縦の欄は、既に収容しているストリーム数に応じたコスト補正対象リンクの状態を表わしている。横の欄は、選択しようとしている経路が収容しなければならないストリーム数に応じた3つのケースを示している。各リンクに対しては、その状態に応じて、それぞれ3つのケースに対するコストの補正が行われ、 d_j ($j=1, 2, 3$) が算出される。

【0023】ここで、本来のリンクコスト C_1 , C_2 , C_3 は、そのリンクや付随するノードにおけるリソースコストや輻輳状態、さらに場合によっては障害状況に基づいて決定される。また重み係数 W_1 , W_2 は、リンクコストを補正するための重み係数である。 W_1 は、経路選択直後のリンク共用の効果を考慮するための重み係数であり、 W_2 は、将来のリンク共用の効果と将来利用可能なリンク帯域の効果を考慮するための重み係数である。図6の表では、対象リンク状態の違いや受信要求ストリームのケースの違い、さらには、リンクコスト補正

式の項の違いに応じて、重み係数 W_1 , W_2 に添字番号を付けている。しかし実用上は、各重み係数 W_1 、又は各重み係数 W_2 は、同一の値で差し支えない。ここで、 $0 \leq W_1 \leq 1$, $0, 0 \leq W_2 \leq 1$, 0 , (補正されたコスト) ≥ 0 である。

【0024】すなわち、本来のリンクコストは、対象リンク自身のリソースコストやそれに接続するノードにおけるリソースコスト、各リソースの輻輳状態、さらに場合によってはこれらの障害状況に基づいて決定される。例えば、リソースが輻輳状態の時は、リンクコストを高く設定し、障害によるリンク断やノード断の時は、リンクコストを無限大に設定する等が考えられる。本実施形態では、対象としているリンクを使ってストリーム1、ストリーム2、ストリーム3を転送する際に必要となる本来のリンクコストを、それぞれ C_1 , C_2 , C_3 で表わしている。

【0025】経路として、受信要求ストリームを既に収容しているリンクを選択すれば、そのストリームに関しては、経路選択を行う対象になっている新たな受信ノードと他の受信ノードの間でリンクの共用が図られる。従って、そのストリームに関しては、少なくとも経路選択直後は、リンクコストの増加が発生しない。このような効果を考慮するために、そのストリームに関する本来のリンクコストに重み W_1 を掛けて、そのストリームのリンクコストを小さく見積もり、そのようなリンクが選択され易いようにする。

【0026】また、経路として、経路選択を行う対象となっている新たな受信ノードが将来受信要求するかもしれないストリームを既に収容しているリンクを選択すれば、実際に将来そのストリームの受信を要求した時、そのストリームに関してリンクの共用が図られ、さらに既にそのストリームのための帯域は確保されているので、そのストリームの受信要求が棄却される確率が減少する可能性がある。このような効果を考慮するために、そのストリームに関する本来のリンクコストに重み係数 W_2 を掛けた値を全体のリンクコストから差し引いて、そのようなリンクが選択され易いようにする。

【0027】図6に示したリンクコストの補正法の意味は、次の通りである。例えば、対象リンクがストリーム1と2を収容して居り（状態C）、受信要求ストリームがストリーム1のみのケース（ケースI）を考える。経路として対象リンクを選択すれば、現在収容しているストリーム1と受信要求ストリーム1の間でリンクの共用が可能になる。従って、対象リンクを選択して受信要求ストリーム1を通すためのリンクコストは、本来のリンクコスト C_1 よりも小さく見積もることができる。これを、本来のリンクコストに重み係数 W_1 を掛けることによって補正する（図6の補正式の第1項）。さらに、経路として対象リンクを選択すれば、将来、受信ノードがストリーム1に加えてストリーム2も要求した時、現在

収容しているストリーム 2 と受信要求ストリーム 2 の間でリンクの共用が可能になる。また、対象リンクには現在ストリーム 2 が収容されていてストリーム 2 のための帯域は確保されているので、将来、受信ノードがストリーム 1 に加えてストリーム 2 も要求した時、帯域不足によってその要求が棄却される確率が低くなる。従って、対象リンクを選択すれば、将来、受信要求ストリーム 2 を通す際のリンクコストは、本来のリンクコスト C_2 よりも小さく見積もられるべきである。小さく見積もられる分を、本来のリンクコスト C_2 に重み係数 W_2 を掛けることによって表わし、本来のリンクコストから差し引くことにする（図 6 の補正式の第 2 項）。

【0028】実用上、重み係数 W_1 及び W_2 の値は、ネットワーク内の各ノード、各リンクに対して同一の値で差し支えない。最適な W_1 、 W_2 の値は、ネットワーク構成（トポロジー、リンクコスト、リンク帯域等）や受信要求発生過程（受信ノードの位置、ストリーム受信要求発生過程、受信要求ストリーム帯域幅等）に依存する。従って、ネットワーク構成や受信要求発生過程の情報に基づいて、シミュレーション等を行い、最適な重み係数 W_1 、 W_2 の値を決定する。

【0029】＜ルータ装置＞図 1 において、コントローラ 10 は、ノード i の当該ルータ装置の動作を制御するためのマイクロコンピュータなどの CPU 又は DSP で構成され、コントローラ 10 には、図 2 のルーチング処理のプログラム及び図 3 の最小コスト経路探索処理のプログラムなどを予め記憶するプログラム ROM（読出専用メモリ）11 と、コントローラ 10 のワーキングエリアとして用いられるワーキング RAM（ランダムアクセスメモリ）12 と、ルーチング情報（ルーチングテーブル）を記憶するルーチングメモリ 13 と、上述のリンクコストパラメータメモリ 14 と、上述のネットワーク情報メモリ 15 とが接続される。送信ノードのアドレス情報やストリーム情報を含むマルチキャストグループアドレスに対して、どの隣接ノードからパケットを受信すべきかを表す入リンク情報は予め決められており、ルーチングメモリ 13 に記憶される。また、ルーチングメモリ 13 に記憶されるルーチング情報は、マルチキャストグループアドレスとそのアドレスを持つパケットを送信すべき隣接ノードとの組の形式になる。

【0030】図 1 において、コントローラ 10 は、複数 M 個の隣接ノード A_1 乃至 A_M に接続された入力インターフェース 20-1 乃至 20- M と、キューメモリ 21 と、データスイッチ 22 と、出力バッファメモリ 23-1 乃至 23- M と、 M 個の隣接ノード A_1 乃至 A_M に接続された出力インターフェース 24-1 乃至 24- M と、 M 個の隣接ノード A_1 乃至 A_M に接続された通信インターフェース 25-1 乃至 25- M との動作を制御する。各入力インターフェース 20-1 乃至 20- M はそれぞれ、パケットを受信するための受信機を備え、各隣接ノ

ード A_1 乃至 A_M から入力されるパケットを受信してキューメモリ 21 に出力する。キューメモリ 21 は、FIFO メモリで構成され、各入力インターフェース 20-1 乃至 20- M から入力されるパケットを順次、その入力順序で待ち合わせて記憶して、コントローラ 10 の制御のもとで、先頭のパケットをデータスイッチ 22 を介して出力バッファメモリ 23-1 乃至 23- M のうちの 1 つに出力して記憶させる。データスイッチ 22 は、パケット交換機を構成し、コントローラ 10 の制御のもとで、キューメモリ 21 から入力されるパケットをコントローラ 10 から指示された隣接ノードに対応する出力バッファメモリに出力して記憶する。各出力バッファメモリ 23-1 乃至 23- M はそれぞれ、入力されたパケットを一時的に記憶した後、対応する送信機を備えた各出力インターフェース 24-1 乃至 24- M を介して隣接ノード A_1 乃至 A_M に送信する。さらに、各通信インターフェース 25-1 乃至 25- M はそれぞれ、隣接ノード A_1 乃至 A_M に接続され、コントローラ 10 の指示に従って、各隣接ノード k の通信インターフェースと通信を行うことにより、各隣接ノード k における最小経路コストと最小コスト経路のホップ数を受信してコントローラ 10 を介してリンクコストパラメータメモリ 14 に記憶する。

【0031】図 2 は、図 1 のコントローラ 10 によって実行されるルーチング処理を示すフローチャートである。図 2 において、まず、ステップ S1 において、キューメモリ 21 で待ち合わせしている先頭のパケットを処理対象とする。次いで、ステップ S2 で、処理対象のパケットのマルチキャストグループアドレスをキューメモリ 21 から読み出す。そして、ステップ S3 で、ルーチングメモリ 13 内のルーチングテーブルを用いて処理対象のパケットを送信すべき、隣接ノードを決定し、ステップ S4 でデータスイッチ 22 を制御して、処理対象のパケット上記決定された隣接ノードに向けて送信する。最後に、ステップ S5 で、キューメモリ 21 で待ち合わせしている次のパケットを処理対象として、ステップ S2 に戻り、上記の処理を繰り返す。

【0032】図 3 は、図 1 のコントローラ 10 によって割込処理で所定の周期で周期的に実行される、ルーチングテーブル格納処理を含む最小コスト経路探索処理を示すフローチャートである。この探索処理は、送信ノード以外のすべてのノード毎に実行される。

【0033】図 3 において、まず、ステップ S11 で一定の時間経過したか否かが判断され、経過したとき（YES）ステップ S12 でパラメータ D_j （ $j=1, 2, 3$ ：受信要求ストリーム I, II, III に対応する。）に無限大の値を代入し、ステップ S13 で受信タイムアウトか否かが判断され、受信タイムアウトでないときは、ステップ S14 で隣接ノード i （ $i=1 \sim n$ ）からのメッセージを受信したか否かが判断され、受信タイムアウト

11

ト又はメッセージを受信するまで、ステップS14からステップS13のループ処理が行われる。メッセージを受信したとき（ステップS14でYES）ステップS15で当該処理対象ノードが中継ノード又は受信ノードかが判断され、YESのときはステップS16で $i = L_j$ （ $j = 1, 2, 3$ ）の判断を行いYESのときステップS17に進む一方、NOのときマルチキャストツリーに含まれるノードの入リンク情報は、マルチキャストツリーにおける1つの上流のノード方向 L_j （但し $L_1 = L_2 = L_3$ ）に固定されるべきであり、従って L_j 以外の隣接ノードからのメッセージは無効であるのでステップS13に戻る。また、ステップS15でNOのときは、ステップS17でストリームを示すパラメータ j に1に代入し、最小コスト経路が更新され、かつ更新される最小コスト経路のホップ数が許容最大ホップ数よりも小さいことを示すパラメータ F に0を代入してリセットした後、ステップS18に進む。

【0034】ステップS18で、パラメータ $(D_{ji} + d_{ji})$ をパラメータ D_j' に代入した後、ステップS19で $D_j' < D_j$ の判断がなされ、YESのときステップS20に進む一方、NOのときステップS23に進む。ステップS20でパラメータ D_j' をパラメータ D_j に代入し、該受信メッセージを送信した隣接ノードを示すパラメータ i をパラメータ L_j に代入し、パラメータ $(H_{ji} + 1)$ をパラメータ H_j に代入する。次いで、ステップS21で $H_j < H_{max}$ の判断を行い、YESのときステップS22に進む一方、NOのときステップS23に進む。ここで、 H_{max} は最大許容ホップ数である。ステップS22では、パラメータ F を1にセットした後、ステップS23でパラメータ j を1だけインクリメントし、ステップS24で $j \leq 3$ の判断を行う。ステップS24で $j \leq 3$ のときはすべてのストリームについて計算しているので、ステップS18に戻る。一方、ステップS24で $j > 3$ のときはすべてのストリームについて計算したので、ステップS25に進む。

【0035】ステップS25でパラメータ F が1であるか否かが判断され、 $F = 1$ のときステップS26で i 以外の隣接ノードに対してマルチキャストでメッセージ $(D_j, H_j$ の値を含む。)を送信した後、ステップS13に戻る。一方、ステップS25で $F = 1$ でないときはそのままステップS13に戻る。

【0036】ステップS13及びS14で隣接ノード i （ $i = 1 \sim n$ ）からメッセージを受信する前に受信タイムアウトしたときは、その時点でリンクパラメータメモリ14に格納されている入リンク情報 L_j （ $j = 1, 2, 3$ ）をメモリ13内のルーティングテーブルに格納して（ステップS27）、ステップS11に戻る。

【0037】

【実施例】本発明者は、従来技術文献2において開示された、ノード数120のランダムネットワークを用い

12

て、動的マルチストリームマルチキャストルーティング方法について評価を行った。但し、従来技術文献2の式4のパラメータは $\alpha = 0.25$ 、 $\beta = 0.2$ とした。また各リンクにおけるストリーム当たりのコストは0.0～1.0の一樣乱数で与えられ、1つのリンク内ではすべてのストリームについて同一であるとした。さらに各ストリームの必要帯域幅を1.0とし、各リンクにおける空き帯域幅を0.0～15.0の一樣乱数で与えた。図7に、受信ノードの状態遷移図を示す。図7は、階層符号化されたストリームを受信している状態を示している。図7において、矢印の値は遷移確率であり、ここで、 $\lambda_1 = 0.01$ 、 $\lambda_2 = 0.5$ 、 $\lambda_3 = 0.5$ 、 $\mu_1 = 0.1$ 、 $\mu_2 = 0.5$ 、 $\mu_3 = 0.5$ である。

【0038】図8は、本実施形態のシミュレーション結果である重み係数 W_1 に対する経路総コストと要求棄却率（その1）を示すグラフであり、図9は、本実施形態のシミュレーション結果である重み係数 W_2 に対する経路総コストと要求棄却率（その2）を示すグラフである。ここで、経路総コストは、ストリーム接続要求やストリーム解放要求等のイベントが発生する毎に測定した総コストの平均である。また、要求棄却率は、新たな受信ノード追加要求や既存受信ノードにおける新たなストリーム接続要求の棄却率である。図8と図9においては、リンクコストを補正した後に、要求ストリーム分以上の空き帯域を持つ最小コスト経路を選択した。但し、最大ホップ数は30に制限した。図8と図9における各プロットは、5種類のネットワークに対して、それぞれイベント数が2000の5種類のイベント列を適用した際の平均を示す。

【0039】図8から明らかなように、重み係数 W_1 を小さくしていくことにより、経路総コストを減らせることがわかる。しかしながら、0.5以下にしても効果は小さい。逆に図9から明らかなように、重み係数 W_2 を大きくしていくことにより、要求棄却率を減少されることがわかる。しかしこの場合も0.5以上では効果が小さい。以上より、例えば、 $W_1 = 0.5$ 、 $W_2 = 0.5$ と置くことにより、経路総コストと要求棄却率の両方を低く抑えることができる。

【0040】以上説明したように、本発明に係る実施形態によれば、マルチキャスト通信システムにおいて、経路選択直後及び将来のリンク共用の効果と将来利用可能なリンク帯域の効果とに基づいて、既存のネットワークに含まれるリンクのコストを補正した後、補正されたリンクコストに基づいて、送信ノードと受信ノードとの間の最小コストを有する経路を選択するようにしたので、動的に受信ノードが追加・削除されるようなマルチキャストを動的にルーティングすることができ、ここで、経路コストを低く抑え、しかも情報受信者による受信途中での受信情報高品質化要求に対する受け付け率を向上させることができる。

【0041】

【発明の効果】以上詳述したように本発明によれば、マルチキャスト通信システムにおいて、経路選択直後及び将来のリンク共用の効果と将来利用可能なリンク帯域の効果とに基づいて、既存のネットワークに含まれるリンクのコストを補正した後、補正されたリンクコストに基づいて、送信ノードと受信ノードとの間の最小コストを有する経路を選択し、ここで、上記リンクコストの補正は、処理対象ノードで受信要求される受信要求ストリームと、上記処理対象ノードに接続される各リンクの収容ストリームとに応じて異なる。従って、動的に受信ノードが追加・削除されるようなマルチキャストを動的にルーティングすることができ、ここで、経路コストを低く抑え、しかも情報受信者による受信途中での受信情報高品質化要求に対する受け付け率を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る一実施形態であるルータ装置の構成を示すブロック図である。

【図2】 図1のコントローラ10によって実行されるルーティング処理を示すフローチャートである。

【図3】 図1のコントローラ10によって実行される最小コスト経路探索処理を示すフローチャートである。

【図4】 本実施形態で用いるネットワークの一例を示すブロック図である。

【図5】 図4の対象処理ノードと隣接ノードとの間の情報伝送を示すブロック図である。

【図6】 図3の最小コスト経路探索処理において用いるリンクコスト補正方法を示す表である。

【図7】 本実施形態で用いる受信ノードの状態遷移図である。

【図8】 本実施形態のシミュレーション結果である重み係数 $W1$ に対する経路総コストと要求棄却率（その1）を示すグラフである。

【図9】 本実施形態のシミュレーション結果である重

み係数 $W2$ に対する経路総コストと要求棄却率（その2）を示すグラフである。

【符号の説明】

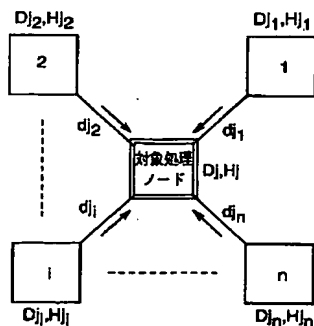
10…コントローラ、
11…プログラムROM、
12…ワーキングRAM、
13…ルーティングメモリ、
14…リンクコストパラメータメモリ、
15…ネットワーク情報メモリ、
20-1乃至20-M…入力インターフェース、
21…キューメモリ、
22…データスイッチ、
23-1乃至23-M…出力バッファメモリ、
24-1乃至24-M…出力インターフェース、
25-1乃至25-M…通信インターフェース、
TR1…送信ノード、
RE1, RE2, RE3, RE4…受信ノード、
RP1, RP2, RP3…中継ノード、
ND1, ND2, ND3, ND4, ND5…ノード、
A1乃至An…隣接ノード。

【要約】

【課題】 安価な経路を動的に選択することができるマルチキャスト通信システムを提供する。

【解決手段】 送信側で1つのマルチメディア情報を階層符号化方法を用いて複数のストリームに分割して送信し、受信側ではネットワーク内の情報フィルタリング機能を使って、必要な数だけのストリームを受信するマルチキャスト通信システムである。経路選択を行う処理対象ノードのルータ装置は、経路選択直後及び将来のリンク共用の効果と将来利用可能なリンク帯域の効果とに基づいて、既存のネットワークに含まれるリンクのコストを補正した後、補正されたリンクコストに基づいて、送信ノードと受信ノードとの間の最小コストを有する経路を選択するように経路選択する。

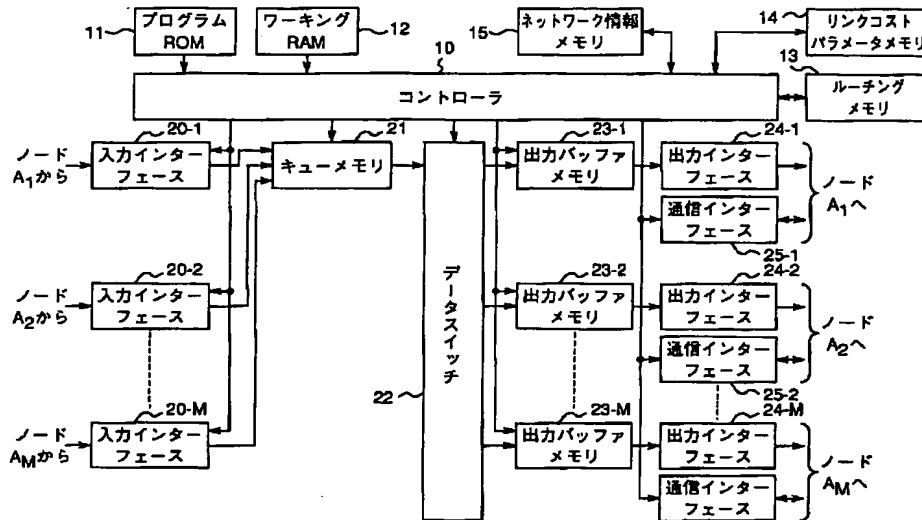
【図5】



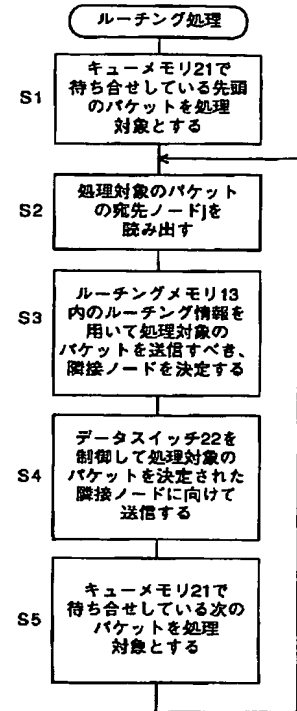
【図6】

リンクコストの補正方法			
受信要求 各リンクの 収容ストリーム	1 (I)	1+2 (II)	1+2+3 (III)
なし (A)	$C1$	$C1 + C2$	$C1 + C2 + C3$
1 (B)	$C1 \times W1_{11}$	$C1 \times W1_{12} + C2$	$C1 \times W1_{13} + C2 + C3$
1+2 (C)	$C1 \times W1_{21} - C2 \times W2_{21}$	$C1 \times W1_{220} + C2 \times W1_{221}$	$C1 \times W1_{230} + C2 \times W1_{231} + C3$
1+2+3 (D)	$C1 \times W1_{31} - C2 \times W2_{310} - C3 \times W2_{311}$	$C1 \times W1_{320} + C2 \times W1_{321} - C3 \times W2_{32}$	$C1 \times W1_{330} + C2 \times W1_{331} + C3 \times W1_{332}$

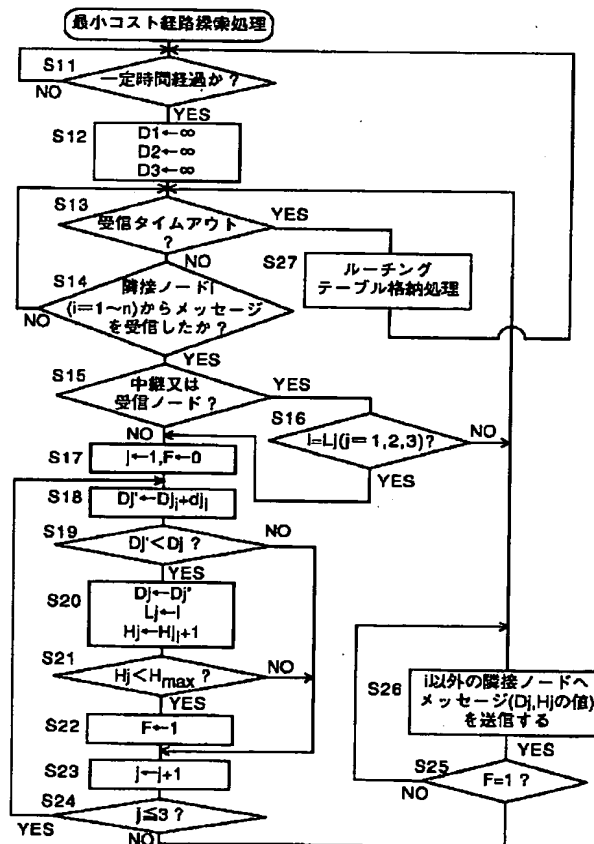
【図1】



【図2】

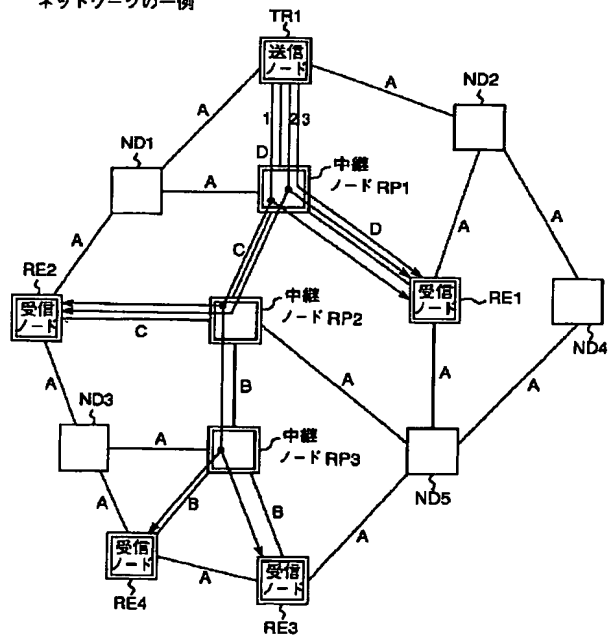


【図3】



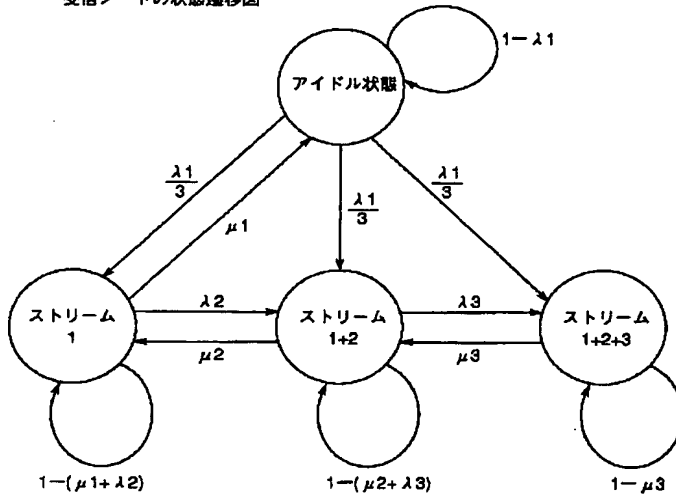
【図4】

ネットワークの一例



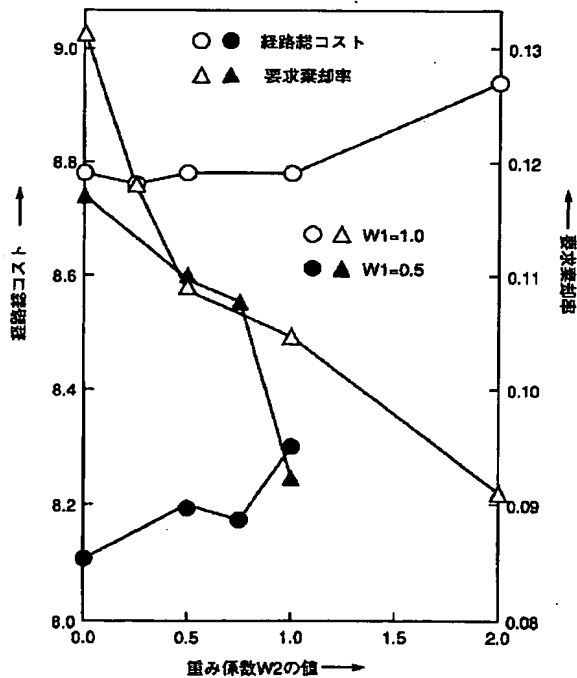
【図 7】

受信ノードの状態遷移図



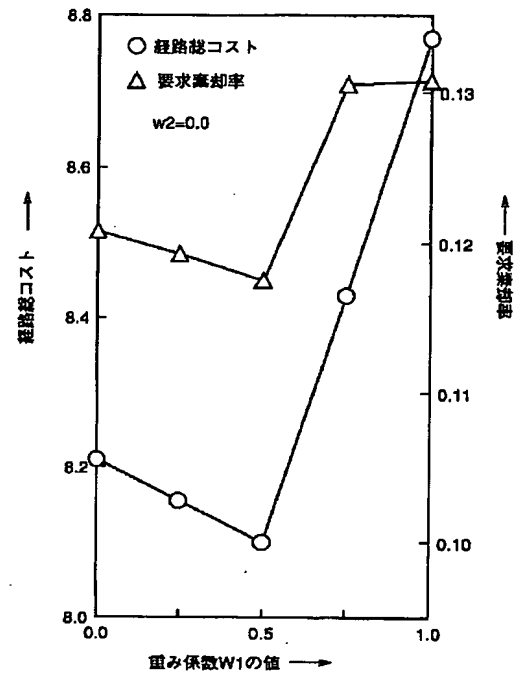
【図 9】

経路総コストと要求棄却率 (その2)



【図 8】

経路総コストと要求棄却率 (その1)



フロントページの続き

(56) 参考文献 特開 平 9 - 18495 (J P , A)
IEEE JSAC, VOL. 6, N
O. 9, PP. 1617-1622
INFOCOM' 92, VOL. 3, P
P. 2107-2114
信学技報、IN97-81
S. McCanne, et a
l., " Receiver-drive
n Layered Multicas
t, " ACM SIGCOMM ' 96
INFOCOM ' 93, Vol. 3, p
p. 980-986

(58) 調査した分野 (Int. Cl. ⁶, DB 名)
H04L 12/56
H04L 12/18